

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-208422

(P2002-208422A)

(43)公開日 平成14年7月26日(2002.7.26)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

テ-マコ-ト^{*}(参考)

H 0 1 M 8/04

Y 5 H 0 2 7

8/06

8/06

N

W

審査請求 未請求 請求項の数13 O.L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-1531(P2001-1531)

(71)出願人 000004260

(22)出願日 平成13年1月9日(2001.1.9)

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 佐々木 博邦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 堀田 直人

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74)代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

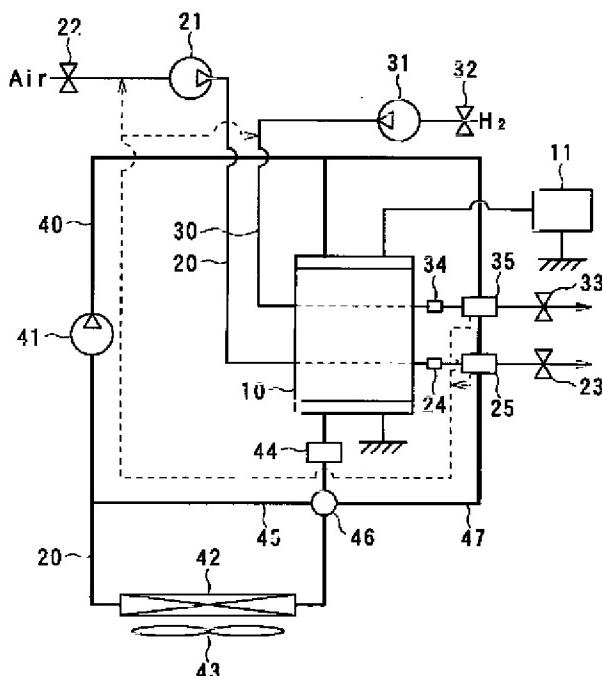
Fターム(参考) 5H027 AA02 MM04 MM09

(54)【発明の名称】 燃料電池システム

(57)【要約】

【課題】 低温環境下で使用される燃料電池システムにおいて、運転停止後、燃料電池内部の水分を除去できることが可能な燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池10の通常運転停止後、空気経路20、60あるいは水素経路30の少なくとも一方に乾燥ガスを供給し、乾燥ガスに燃料電池10内の水分を含有させて温潤ガスとして、燃料電池10から排出する。空気通路60には、燃料電池10の下流側と燃料電池10の上流側とを接続する循環経路64を設け、燃料電池10から排出された温潤ガスを循環経路64を介して空気経路60に循環させることで、燃料電池10の余熱を回収する。空気経路60における燃料電池10の上流側であって循環経路64との接続部の下流側には、ガス圧縮機61が配置されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素経路（30）より供給される水素と空気経路（20、60）より供給される酸素とを電気化学反応させて電力を得る燃料電池（10）を備える燃料電池システムであって、

前記燃料電池（10）の通常運転停止後、前記空気経路（20、60）あるいは前記水素経路（30）の少なくとも一方に乾燥ガスを供給するとともに、前記乾燥ガスに前記燃料電池（10）内の水分を含有させて温潤ガスとして、前記燃料電池（10）から排出させることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 前記乾燥ガスは乾燥空気であることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】 前記空気経路（20）あるいは前記水素経路（30）の少なくとも一方における前記燃料電池（10）の下流側に、前記温潤ガスから水分を分離貯蔵する水分分離貯蔵手段（25、35）を備えていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】 前記空気通路（60）には、前記燃料電池（10）の下流側と前記燃料電池（10）の上流側とを接続する循環経路（64）が設けられ、前記燃料電池（10）の通常運転停止後、少なくとも前記空気経路（60）に前記乾燥ガスが供給され、前記燃料電池（10）から排出された前記温潤ガスを前記循環経路（64）を介して前記空気経路（60）に循環させることで、前記燃料電池（10）の余熱を回収するよう構成されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項5】 前記空気経路（60）における前記燃料電池（10）の上流側であって前記循環経路（64）との接続部の下流側には、ガス圧縮機（61）が配置されていることを特徴とする請求項4に記載の燃料電池システム。

【請求項6】 前記空気経路（60）あるいは前記循環経路（64）の少なくとも一方に、前記温潤ガスから水分を分離貯蔵する水分分離貯蔵手段が設けられていることを特徴とする請求項4または請求項5に記載の燃料電池システム。

【請求項7】 前記水分分離貯蔵手段は、前記空気経路（60）における前記ガス圧縮機（61）と前記燃料電池（10）との間に設けられ、前記水分分離貯蔵手段に貯蔵された水分は、前記燃料電池（10）の通常運転時において前記燃料電池（10）に供給される前記空気あるいは前記水素の少なくとも一方の加湿に用いられることを特徴とする請求項6に記載の燃料電池システム。

【請求項8】 前記水分分離貯蔵手段は、水分貯蔵タンク（68）であることを特徴とする請求項6または請求項7に記載の燃料電池システム。

【請求項9】 前記水分分離貯蔵手段は、水分吸着剤（70）あるいは水分吸収材（71）であることを特徴とする請求項6または請求項7に記載の燃料電池システム。

【請求項10】 前記水分分離貯蔵手段には、熱媒体が循環するように構成されており、前記温潤ガスと前記熱媒体との間での熱交換により前記温潤ガスが冷却されることを特徴とする請求項6ないし9のいずれか1つに記載の燃料電池システム。

【請求項11】 前記空気経路（20、60）および前記水素経路（30）の両端部には、前記空気経路（20、60）および前記水素経路（30）を遮断する開閉弁（22、23、32、33、62、63）が設けられており、

前記燃料電池（10）の通常運転停止後における前記燃料電池（10）内部の水分除去が終了した後であって、前記燃料電池（10）の運転停止中において、前記開閉弁（22、23、32、33、62、63）により前記空気経路（20、60）および前記水素経路（30）の両端部を遮断することを特徴とする請求項1ないし10のいずれか1つに記載の燃料電池システム。

【請求項12】 前記燃料電池（10）に供給される前記乾燥ガスを加熱する加熱用ヒータ（69）を備えることを特徴とする請求項1ないし11のいずれか1つに記載の燃料電池システム。

【請求項13】 電気自動車に搭載され、前記燃料電池（10）は前記電気自動車の走行用モータに電力を供給するものであることを特徴とする請求項1ないし12のいずれか1つに記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水素と酸素との化学反応により電気エネルギー発生させる燃料電池からなる燃料電池システムに関するもので、車両、船舶及びポータブル発電器等の移動体に適用して有効である。

【0002】

【従来の技術】従来より、水素と酸素（空気）との電気化学反応を利用して発電を行う燃料電池を備えた燃料電池システムが知られている。例えば車両用等の駆動源として考えられている高分子電解質型燃料電池では、0°C以下の低温状態では、電極近傍に存在している水分が凍結して反応ガスの拡散を阻害したり、電解質膜の電気伝導率が低下するという問題がある。

【0003】このような低温環境下で燃料電池を起動する際、凍結による反応ガス経路の目詰まりあるいは電解質膜への反応ガス（水素および空気）の進行・到達の阻害により、燃料ガスを供給しても電気化学反応が進行せず、燃料電池を起動できないという問題がある。さらに、反応ガス経路内で結露した水分の凍結によるガス経路の閉塞も生ずる。

【0004】燃料電池を車両用として用いる場合には、あらゆる環境下における始動性が重要となる。このため、従来においては、燃焼式ヒータ等により流体を加熱し、その加熱された流体（温水）を燃料電池に供給することにより、燃料電池を加熱昇温（暖機）して燃料電池を起動するシステムが提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような起動方法では、燃料電池の熱容量が大きいため昇温に多大な時間を要することとなり、燃料電池を短時間で起動させることが難しい。また、暖機用加熱源としてヒータ等が必要となるため、燃料電池システムを搭載スペースに制約のある車両用として用いる場合には体格の面でも問題となる。

【0006】従って、燃料電池内部での凍結を防止して低温起動性を向上させるためには、低温環境下に凍結する水分を予め燃料電池内部から除去しておくことが望まれる。

【0007】本発明は、上記問題点に鑑み、低温環境下で使用される燃料電池システムにおいて、運転停止後、燃料電池内部の水分を除去できることが可能な燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、水素経路（30）より供給される水素と空気経路（20、60）より供給される酸素とを電気化学反応させて電力を得る燃料電池（10）を備える燃料電池システムであって、燃料電池（10）の通常運転停止後、空気経路（20、60）あるいは水素経路（30）の少なくとも一方に乾燥ガスが供給されるとともに、乾燥ガスは燃料電池（10）内の水分を含有して湿潤ガスとなり、燃料電池（10）から排出されることを特徴としている。

【0009】これにより、燃料電池（10）の運転停止後、燃料電池（10）内の水分を乾燥除去することができ、低温環境下においても燃料電池（10）の内部凍結を回避することができる。従って、ガス経路（20、30）および燃料電池（10）内で目詰まりを起こすことがなく、低温環境下においても速やかに起動することができ、低温起動性の優れた燃料電池システムを提供することができる。

【0010】なお、乾燥ガスは、燃料電池（10）内に残留する水分を除去するために、できるだけ低湿度であることが望ましく、少なくとも燃料電池（10）内の温度より低湿度である必要がある。具体的には、請求項2に記載の発明のように、乾燥ガスとして乾燥空気を用いることができる。

【0011】また、請求項3に記載の発明では、空気経路（20）あるいは水素経路（30）の少なくとも一方における燃料電池（10）の下流側に、湿潤ガスから水

分を分離貯蔵する水分分離貯蔵手段（25、35）を備えていることを特徴としている。

【0012】また、請求項4に記載の発明では、空気経路（60）には、燃料電池（10）の下流側と燃料電池（10）の上流側とを接続する循環経路（64）が設けられ、燃料電池（10）の通常運転停止後、少なくとも空気経路（60）に乾燥ガスが供給され、燃料電池（10）から排出された湿潤ガスを循環経路（64）を介して空気経路（60）に循環させることで、燃料電池（10）の余熱を回収するように構成されていることを特徴としている。

【0013】燃料電池（10）は通常運転時において、約80°Cの定温に維持されており、運転停止時においても燃料電池（10）本体の熱容量が大きいため、運転停止後もしばらくの間は余熱として残る。従って、このように燃料電池（10）から排出されたガスを循環させることで、燃料電池（10）から余熱を回収することができ、燃料電池（10）と等温の80°Cのバージ用温風を得ることができる。

【0014】また、請求項5に記載の発明では、空気経路（60）における燃料電池（10）の上流側であって循環経路（64）との接続部の下流側には、ガス圧縮機（61）が配置されていることを特徴としている。

【0015】これにより、ガス圧縮機（61）の断熱圧縮による加熱で乾燥ガスを昇温させることができ、燃料電池内の水分除去に適した温風を燃料電池（10）に再度供給することができる。また、燃料電池（10）からの回収蒸気を多く含んだ湿潤ガスは、ガス圧縮機（61）を通過する際に空気容積が圧縮されることで相対的に水分濃度が高くなる。このため、大気圧下での通常の露点温度より高い温度でも、湿潤ガス中からの水分分離が容易となる。

【0016】また、請求項6に記載の発明では、空気経路（60）あるいは循環経路（64）の少なくとも一方で、湿潤ガスから水分を分離貯蔵する水分分離貯蔵手段が設けられていることを特徴としている。

【0017】また、請求項7に記載の発明では、水分分離貯蔵手段は、空気経路（60）におけるガス圧縮機（61）と燃料電池（10）との間に設けられ、水分分離貯蔵手段に貯蔵された水分は、燃料電池（10）の通常運転時において燃料電池（10）に供給される空気あるいは水素の少なくとも一方の加湿に用いられる特徴としている。

【0018】これにより、湿潤空気から分離した水分を、燃料電池（10）内の電解質膜を電気化学反応のために水分を含んだ状態にするために利用できる。従つて、別個に加湿装置を設ける必要が無くなり、システムの小型化を図ることができる。

【0019】また、水分分離貯蔵手段は、請求項8に記載の発明により水分貯蔵タンク（68）とすることが

でき、また、請求項9に記載の発明のように水分吸着剤(70)あるいは水分吸収材(71)とすることができる。

【0020】また、請求項10に記載の発明では、水分分離貯蔵手段には、熱媒体が循環するように構成されており、温潤ガスと熱媒体との間での熱交換により温潤ガスが冷却されることを特徴としている。これにより、温潤ガスから効率的に水分を分離することが可能となる。

【0021】また、請求項11に記載の発明では、空気経路(20、60)および水素経路(30)の両端部には、空気経路(20、60)および水素経路(30)を遮断する開閉弁(22、23、32、33、62、63)が設けられており、燃料電池(10)の通常運転停止後における燃料電池(10)内部の水分除去が終了した後であって、燃料電池(10)の運転停止中において、開閉弁(22、23、32、33、62、63)により空気経路(20、60)あるいは水素経路(30)の両端部を遮断することを特徴としている。

【0022】これにより、燃料電池(10)内部の水分除去終了後、燃料電池(10)の運転停止中において、外部環境から燃料電池(10)内部への水蒸気混入を防止することができる。

【0023】また、請求項12に記載の発明では、燃料電池(10)に供給される乾燥ガスを加熱する加熱用ヒータ(69)を備えることを特徴としている。これにより、燃料電池(10)に温風を供給でき、燃料電池(10)内の水分除去を促進できる。

【0024】また、請求項13に記載の発明では、電気自動車に搭載され、燃料電池(10)は電気自動車の走行用モータに電力を供給するものであることを特徴としている。これにより、燃料電池(10)を駆動用動力源とする電気自動車を低温環境下で使用した場合でも、燃料電池(10)内部の凍結を防止することができ、速やかに燃料電池(10)を起動させることができる。

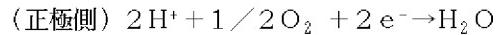
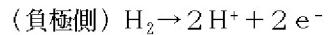
【0025】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0026】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)以下、本発明の第1実施形態を図1～図3に基づいて説明する。本第1実施形態は、燃料電池システムを燃料電池を電源として走行する電気自動車(燃料電池車両)に適用したものである。図1は、第1実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。

【0027】図1に示すように、本実施形態の燃料電池システムは、水素と酸素との電気化学反応を利用して電力を発生する燃料電池(FCスタック)10を備えている。このFCスタック10は、車両走行用の電動モータ(負荷)11や2次電池(図1中では図示せず)等の電気機器に電力を供給するものである。本実施形態ではF

Cスタック10として固体高分子電解質型燃料電池を用いており、基本単位となるセルが複数積層されて構成されている。各セルは、電解質膜が一对の電極で挟まれた構成となっている。FCスタック10では、以下の水素と酸素の電気化学反応が起こり電気エネルギーが発生する。



燃料電池システムには、FCスタック10の酸素極(正極)側に空気(酸素)を供給するための空気経路20と、FCスタック10の水素極(負極)側に水素を供給するための水素経路30が設けられている。空気経路20には空気供給用の空気ポンプ21が設けられており、FCスタック10の通常運転時には空気が導入される。水素経路30には水素供給用の水素ポンプ31が設けられており、通常運転時には図示しない水素供給装置より水素が供給される。発電時の電気化学反応のためにFCスタック10内の電解質膜を水分を含んだ状態にしておく必要がある。このため、通常運転時においてFCスタック10には加湿された空気および水素が供給される。これにより、FCスタック10内部は温潤状態で作動することとなる。また、酸素極側では上記電気化学反応により水分が生成する。

【0028】また、通常運転停止後の水分除去制御時には、空気経路20および水素経路30には乾燥ガスが供給される。この乾燥ガスは、FCスタック10内に残留する水分を除去するために、できるだけ低湿度であることが望ましく、少なくともFCスタック10内の湿度より低湿度である必要がある。

【0029】空気経路20および水素経路30に供給する乾燥ガスは、空気と水素の組み合わせ以外であればよい。すなわち、FCスタック10に空気と水素を供給すると発電するとともに水分が生成するため水分除去の観点から好ましくない。本第1実施形態では、乾燥ガスとして空気経路20および水素経路30の双方に加湿されていない空気が供給される。

【0030】なお、空気経路20および水素経路30の双方に乾燥ガスとして乾燥水素を供給するように構成してもよい。また、空気経路20および水素経路30のいずれか一方あるいは双方に窒素のような不活性ガスを供給してもよい。

【0031】空気経路20の両端部には、空気経路20内部を外気から遮断するためのシャットバルブ(開閉弁)22、23が設けられている。水素経路30の両端部にも、同様のシャットバルブ32、33が設けられている。

【0032】空気経路20および水素経路30におけるFCスタック10の下流側には、FCスタック10を通過したガスの湿度および温度を検出する湿度・温度センサ24、34がそれぞれ設けられている。空気経路20

および水素経路30における温度・温度センサ24、34の下流側には、気液分離器25、35がそれぞれ設けられている。これらの気液分離器25、35では、空気経路20あるいは水素経路30におけるFC STACK 10通過後の水分を含んだ湿潤ガスと、後述する冷却水経路40の冷却水との間で熱交換を行うように構成されている。気液分離器25、35では、冷却により凝縮したガス中の水分を貯蔵するように構成されている。気液分離器25、35にて分離貯蔵された水分は、FC STACK 10の通常運転時において、FC STACK 10に供給される空気および水素の加湿に用いられる。

【0033】FC STACK 10は発電に伴い発熱を生じる。このため、燃料電池システムには、FC STACK 10を冷却して作動温度が電気化学反応に適温（80°C程度）となるよう冷却システム40～47が設けられている。

【0034】冷却システムには、FC STACK 10に冷却水（熱媒体）を循環させる冷却水経路40、冷却水を循環させるウォータポンプ41、ファン43を備えたラジエータ42が設けられている。FC STACK 10で発生した熱は、冷却水を介してラジエータ42で系外に排出される。

【0035】冷却水経路40におけるFC STACK 10の下流側には、FC STACK 10の発熱量（温度）を検出するための温度センサ44が設けられている。

【0036】また、冷却水経路40には、冷却水をラジエータ42をバイパスさせるためのバイパス経路45と、冷却水を上記気液分離器25、35に循環させるためのガス冷却経路46とが分岐しており、流路切替バルブ47により冷却水の流路が切り替えられる。

【0037】このような冷却系により、ウォータポンプ41により流量制御、ラジエータ42およびファン43による風量制御、流路切替バルブ47による冷却水経路およびバイパス経路との流量配分により冷却温調を行うことができる。

【0038】図2は、本実施形態の燃料電池システムの制御系を示している。図2に示すように、燃料電池システムには各種制御を行う制御部（ECU）50が設けられている。制御部50には、負荷11からの要求電力信号、外気温センサ12からの外気温信号、湿度・温度センサ24、34からの湿度・温度信号、温度センサ44からの温度信号が入力される。また、制御部50は、2次電池13、空気ポンプ21、水素ポンプ31、ウォータポンプ41、シャットバルブ25、26、35、36、流路切替バルブ46等に制御信号を出力するように構成されている。

【0039】以下、上記構成の燃料電池システムの作動を図3に基づいて説明する。図3は燃料電池システムの通常運転停止後における水分除去制御時の作動を示すフローチャートである。

【0040】燃料電池システムの通常運転における作動について説明する。負荷11からの電力要求に応じて、FC STACK 10への空気（酸素）および水素の供給が行われる。FC STACK 10では電気化学反応により発電が起こり、発電した電力は負荷11に供給される。

【0041】また、FC STACK 10では発電に伴う発熱が起こる。FC STACK 10では、作動時に安定出力を得るためにFC STACK 10本体を定温（80°C程度）に維持する必要があるため、冷却水経路40を流れる冷却水によりFC STACK 10の冷却が行われる。

【0042】燃料電池システムでは、電気化学反応の進行に際してFC STACK 10の電解質膜を湿潤状態に保つため、空気経路20を流れる空気および水素経路30を流れる水素を加湿した上で、FC STACK 10に供給している。加湿は、気液分離器24、34に貯蔵されている水を用いる。反応後のガスは、FC STACK 10での電気化学反応による生成水を吸収した湿潤ガスとなり、外部に放出される。

【0043】このように、通常運転時には、FC STACK 10内部は湿潤状態で作動しているため、FC STACK 10の運転停止後、FC STACK 10内部には水分が残留することになる。

【0044】次に、通常運転停止後におけるFC STACK 10の水分除去制御について説明する。まず、通常運転停止後にFC STACK 10内の水分バージ（水分除去）が必要か否かを判定する（ステップS10）。水分バージを行うか否かの判定は、運転停止時の環境温度（外気温）や季節情報等を考慮して行う。すなわち、環境温度が0°C以下であるか、あるいは冬季等であり気温の低下が予測されるといった条件に基づいて水分バージの必要性についての判定を行う。当然のことながら、夏場などの条件では凍結のおそれがないため、水分バージは必要とならない。

【0045】また、FC STACK 10の運転停止時に、運転者によるFC STACK 10停止時間の予想時間を入力するように構成してもよい。これは、FC STACK 10の停止時に環境温度が氷結点以下であったとしても、FC STACK 10の予熱が十分あるため、瞬時にFC STACK 10が氷結点以下とはならず、しばらくは高温が維持されるためである。従って、10時間程度（一昼夜）の停止時間内であれば、運転停止時の残留水バージを行う必要がない。

【0046】水分バージを行う必要があると判定された場合には、空気ポンプ21および水素ポンプ31を作動させる（ステップS11）。このとき、FC STACK 10は停止しているため、2次電池13からの電力供給によりポンプ21、31を作動させる。これにより、空気経路20から加湿されない乾燥空気がFC STACK 10の酸素極側に供給され、水素経路30から加湿されない乾燥空気がFC STACK 10の水素極側に供給される。

(ステップS12)。

【0047】空気経路20および水素経路30よりFC STACK10に供給された乾燥空気は、FC STACK10内の残留水分を含んで湿潤空気となり、FC STACK10より流出する。このように、FC STACK10内に乾燥空気を流し続けることで、FC STACK10内に残る水分をFC STACK10内から排出することができる。FC STACK10より流出した湿潤空気は、気液分離器25、35にて冷却されて空気と水に分離され、水は気液分離器25、35内に貯蔵される(ステップS13)。

【0048】次に、湿度・温度センサ24、34によりFC STACK10より流出する空気の湿度を検出し、FC STACK10内の残留水分が除去できたか否かを判定する(ステップS14)。この結果、FC STACK10内に残留水分が存在している場合には、上記ステップS11～S13の水分除去制御を繰り返し行う。

【0049】一方、FC STACK10内に残留水分が存在していない場合には、ポンプ21、31を停止してFC STACK10への乾燥空気の供給を停止する(ステップS15)。その後、空気経路20および水素経路30におけるそれぞれの両端部に設けられたシャットバルブ22、23、32、33を閉じる(ステップS16)。これにより、空気経路20および水素経路30の内部は外気から遮断される。従って、車両を低温環境下に長時間放置しても外部環境からの水蒸気混入を防止することができ、FC STACK10内は乾燥状態を保つことができる。なお、シャットバルブ22、23、32、33による遮断の際、FC STACK10内を若干正圧に保つことができれば、FC STACK10内の気密性をより高くすることができる。

【0050】以上、本第1実施形態によれば、FC STACK10の運転停止後、FC STACK10内の水分を乾燥除去することができるため、低温環境下においても内部凍結を回避することができる。従って、ガス経路20、30およびFC STACK10内での目詰まりを起こすことがないため、低温起動性の優れた燃料電池システムを提供することができる。

【0051】(第2実施形態)次に、本発明の第2実施形態を図4、図5に基づいて説明する。本第2実施形態の燃料電池システムは、上記第1実施形態と比較して、運転停止後の水分除去制御において、FC STACKに空気を循環させることができるように構成されている点が異なる。また、本第2実施形態の水分除去制御では、FC STACKの水素極側の水分除去は行っていない。なお、上記第1実施形態と同様の部分については同一の符号を付して説明を省略する。

【0052】図4に示すように、FC STACK10に供給される空気が通過する空気経路60には、圧縮式送風機であるガス圧縮機(コンプレッサ)61が設けられて

いる。また、空気経路60には、FC STACK10の下流側と上流側とを接続する循環経路64が設けられている。コンプレッサ61は、FC STACK10の上流側における空気経路60と循環経路64との接続部の下流側に配置されている。FC STACK10の下流側における空気経路60と循環経路64との接合部には流路切替バルブ65が設けられている。

【0053】空気経路60には、FC STACK10の上流側および下流側に空気経路60を通過するガスの湿度および温度を検出する湿度・温度センサ66、67が設けられている。水分バージ用の乾燥ガス(バージ温風)は、最低限FC STACK10本体の温度より高くする必要があり、さらに水分を蒸発させるためにできるだけ高温であることが望ましいが、FC STACK10の耐熱温度(約100°C)の関係から、乾燥ガスの所定上限温度T_{max}(例えば150°C程度)が設定されている。

【0054】また、空気経路60におけるコンプレッサ61とFC STACK10の間には、空気経路60にて空気と分離した水を回収する水回収タンク68が設けられている。水回収タンク68で回収された水は、FC STACK10の通常運転時に、FC STACK10に供給される空気および水素の加湿に利用される。

【0055】また、水回収タンク68には、低温下での凍結防止用として、保温機能(断熱構造)を持たせるように構成してもよく、あるいは電気式ヒータ等の加熱手段を設けて、低温による凍結を防止するように構成することもできる。また、回収水にメタノールなどのアルコール系の凍結防止剤を混合して、不凍液を生成してもよい。

【0056】以下、本第2実施形態の燃料電池システムにおける通常運転停止後の水分除去制御を図5のフローチャートに基づいて説明する。

【0057】まず、FC STACK10の通常運転停止後、FC STACK10内の水分バージ(水分除去)が必要か否かを判定する(ステップS20)。この結果、水分バージが必要であると判定された場合には、本第2実施形態におけるFC STACK10の酸素極側の水分除去制御に先立ち、FC STACK10の水素極側の水分除去を行う(ステップS21)。例えば、水素極に除湿しない乾燥水素を供給し酸素極に除湿しない乾燥空気を供給して、仮のFC STACK運転を行うことにより、水素極側の水分除去を行うことができる。すなわち、水素極側に残留する水分は、電気化学反応に伴い電解質膜中を水素イオンとともに酸素極側に随伴移動するため、水素極側に残留していた水分は失われ、水素極側は乾燥に向かう。

【0058】次に、本第2実施形態の酸素極側の水分除去制御を行う。まず、コンプレッサ61を作動させる(ステップS22)。このとき、FC STACK10は停止しているため、2次電池13からの電力供給によりコ

ンプレッサ61を作動させる。これにより、空気経路60から加湿されない乾燥空気がFC STACK 10の酸素極側に供給される。この乾燥空気は酸素極における残留水分を含んで温潤空気となり、FC STACK 10より流出する。これにより、FC STACK 10内に残留する水分をFC STACK 10内から排出することができる。

【0059】次に、FC STACK 10の下流側の湿度・温度センサ66によりFC STACK 10に流入する空気温度Tを検出し、空気温度Tが所定上限温度T_{max}より低いか否かを判定する(ステップS23)。この結果、空気温度Tが所定上限温度T_{max}を超えている場合には、流路切替バルブ65を排出側に切り替えて、高温となった空気を外部に排出する(ステップS24)。

【0060】一方、空気温度Tが所定上限温度T_{max}を超えていない場合には、流路切替バルブ65を循環経路64側に切り替える(ステップS25)。これにより、FC STACK 10を通過した空気は循環経路64を介して空気経路60のFC STACK 10上流側に戻り、コンプレッサ61に再供給される。

【0061】ここで、FC STACK 10は通常運転において、約80°Cの定温に維持されており、運転停止時においてもFC STACK 10本体の熱容量が大きいため、運転停止後もしばらくの間は余熱として残る。従って、FC STACK 10を通過したバージ用ガスを循環させることで、FC STACK 10から余熱を回収することができ、FC STACK 10と等温の80°Cのバージ用温風が得られる。

【0062】さらに、FC STACK 10より排出されたバージ用温風を、再度コンプレッサ61に戻すことで、コンプレッサ61の断熱圧縮による加熱でさらに温度上昇し、水分バージに適した温風をFC STACK 10に再度供給することができる。

【0063】なお、コンプレッサ61から圧送される空気の温度を制御するには、燃料電池システムの運転としては必ずしも最高効率点ではない状態でコンプレッサ61の運転を行う必要がある。このため、コンプレッサ61をより高圧側にシフトさせた作動点で意図的に運転し、これによって高い圧送空気温度を得ることができる。

【0064】また、FC STACK 10からの回収蒸気を多く含んだ温潤空気は、コンプレッサ61を通過する際に空気容積が圧縮されることで相対的に水分濃度が高くなる。このため、大気圧下での通常の露点温度より高い温度でも、空気中からの水分分離が容易となる。従って、FC STACK 10より排出された温潤空気を、コンプレッサ61に通過させることで乾燥高温空気にすることができます。コンプレッサ61によるガス圧縮にて空気から分離した水分は、水回収タンク68にて回収される(ステップS26)。

【0065】次に、湿度・温度センサ67によりFC S

TACK 10より流出する空気の温度を検出し、FC STACK 10内の残留水分が除去できたか否かを判定する(ステップS27)。この結果、FC STACK 10内に残留水分が存在している場合には、上記ステップS22～S26の水分除去制御を繰り返し行う。

【0066】一方、FC STACK 10内に残留水分が存在していない場合には、コンプレッサ61を停止してFC STACK 10への乾燥空気の供給を停止する(ステップS28)。その後、空気経路60および水素経路30におけるそれぞれの両端部に設けられたシャットバルブ62、63を閉じる(ステップS29)。これにより、空気経路60の内部は外気から遮断され、外気からの水蒸気混入を防止することができ、FC STACK 10内は乾燥状態を保つことができる。

【0067】以上、本第2実施形態のように、FC STACK 10の運転停止後、温風循環を繰り返すことで、FC STACK 10における酸素極側の残留水分を完全に乾燥し、除去することができる。これにより、低温時にもFC STACK 10内で凍結を生じることなく、低温機動性に優れた燃料電池システムを提供することができる。

【0068】また、空気経路60に設けた循環経路64によりFC STACK 10より排出された空気を循環させることで、FC STACK 10の余熱を回収することができ、バージ用温風の加熱に利用できる。

【0069】また、バージ用温風に燃焼ヒータの排ガスを利用する場合を考えると、排ガス温度が数百°Cと高すぎるため、そのままの温度では、FC STACK 10には供給できない。そのため排ガスの冷却が必要となり、エネルギーの利用は効率的ではない。さらには、排ガス量においても、燃焼の条件(燃焼量)に左右されるため、大きな流量を確保することは、燃焼量の増大につながるため、燃焼器の体格上、搭載は難しい。

【0070】これに対して、本第2実施形態の燃料電池システムでは、空気経路60に空気を圧送するガス圧縮機61を設けるだけで、断熱圧縮によるバージ用温風の加熱およびFC STACK 10から排出された温潤空気からの水分分離を行うことができる。従って、FC STACK 10を破壊しない適当な高温、低湿度、大流量のバージ用温風を得ることができる。

【0071】また、低温起動時には、FC STACK 10の発電に伴う発熱により、FC STACK 10の温度は自己加熱的に上昇し、作動の最適温度の80°Cまで到達する。この過程でのFC STACK 10の温度が低い状態では、FC STACK 1の発電効率が悪いため、殆どが発電ロス、すなわち廃熱に変わる。このため、FC STACK 10の自己加熱に適している。この際、FC STACK 10温度が0°C以下であることに起因する、FC STACK 10内部での電気化学反応による生成水の再凍結は、この廃熱により回避することができる。

【0072】(他の実施形態) なお、上記第1実施形態では、空気経路20および水素経路30の双方に乾燥ガスを供給し、FC STACK 10の酸素極側および水素極側の双方の水分バージを行なうよう構成しているが、空気経路20あるいは水素経路30のいずれか一方のみに上記第1実施形態の水分除去制御を行い、他方は他の手段により水分除去を行うように構成してもよい。

【0073】また、上記第2実施形態では、ガス圧縮機61の断熱圧縮によりバージ温風の加熱を行ったが、図6に示すように、空気経路60におけるFC STACK 10の上流側に、バージ温風の補助加熱用として例えば電気式加熱ヒータ(加熱手段)69を設けてもよい。

【0074】このような構成により、ガス圧縮機61の断熱圧縮のみでは充分なバージ温風温度が得られない場合にも、有効にバージ温風を昇温させることができる。さらに、FC STACK 10の低温起動時において、加熱ヒータ69により供給ガスを加熱することでFC STACK 10本体の加熱を行うことができる。

【0075】また、上記第1実施形態における燃料電池システムの構成においても、空気経路20あるいは水素経路30におけるFC STACK 10の上流側に加熱ヒータ等の加熱手段を設け、FC STACK 10に供給される乾燥ガスを加熱するように構成してもよい。このような構成により、FC STACK 10内に残留する水分の蒸発を促進できる。

【0076】また、上記第1実施形態における燃料電池システムの構成において、FC STACK 10に冷却された乾燥ガスを供給するように構成してもよい。冷却された乾燥ガスをFC STACK 10に供給することにより、FC STACK 10内の水分が結露して水滴となり、水滴はガス流によりFC STACK 10の出口側に押し出される。この結果、FC STACK 10内の水分は水滴となってFC STACK 10内から排出される。この際、空気経路20あるいは水素経路30におけるFC STACK 10出口側に弁を設け、背圧を調整するようにしてもよい。このような構成により、弁を開閉することで、FC STACK 10内の水滴が飛び出し易くなる。

【0077】また、上記第2実施形態では水回収タンク68にてFC STACK 10から排出される温潤空気の水分を回収したが、これに限らず、水分吸着剤や水分吸収剤といった水分貯蔵材を空気経路60に配置して水分を回収するように構成してもよい。

【0078】具体的には、図7に示すように、空気経路60にシリカゲル等の水分吸着剤70を設けるように構成してもよい。これによっても、FC STACK 10から排出された温潤空気から水分を回収することができる。このように水分吸着剤70を用いた場合には、水分吸着によって乾燥空気が得られるとともに、吸着に伴う発熱によってバージ温風を昇温させることができる。

【0079】水分貯蔵材70は、空気経路60あるいは

循環経路64のいずれの箇所に設けてもいいが、図7に示すように、空気経路60におけるガス圧縮機61とFC STACK 10との間であれば、ガス圧縮機61により圧縮された空気からの水分を回収しやすく、また、水分吸着剤70に吸着された水分を、FC STACK 10の通常運転時に、FC STACK 10に供給される空気および水素の加湿に利用することができる。

【0080】さらに、図8に示すように、空気経路60あるいは循環経路64のいずれかの部位の配管内壁に、ウィックのような水分吸収材71を設けてもよい。これによっても、FC STACK 10から排出された温潤空気から水分を回収することができる。水分吸収材71も、空気経路60あるいは循環経路64のいずれの箇所に設けてもいいが、空気経路60におけるガス圧縮機61とFC STACK 10との間であれば、ガス圧縮機61により圧縮された空気からの水分を回収しやすく、また、水分吸着剤70に吸着された水分を、FC STACK 10の通常運転時に、FC STACK 10に供給される空気および水素の加湿に利用することができる。

【0081】また、上記第2実施形態において、循環経路64を金属配管とすることで、循環経路64における冷却効率を向上させることができる。これにより、FC STACK 10から排出された温潤温風の温度を低下させ、温風中に含まれる水分を液化させて分離することができる。また、金属配管の表面に空冷用のフィンを形成してもよい。

【0082】また、上記第2実施形態においても、上記第1実施形態と同様に空気経路60に熱交換構造を備える気液分離器を設け、FC STACK 10通過後の水分を含んだ温潤ガスと冷却水経路40の冷却水との間で熱交換できるように構成してもよい。これにより、温潤ガスを効果的に冷却でき、温潤ガス中の水分を分離しやすくなる。

【0083】また、上記各実施形態では、水分バージの終了は、FC STACK 10から排出されたガスの温度を検出することで行ったが、これに限らず、水分バージを行う時間を予め設定しておき、タイマーにより水分バージの終了を判断してもよい。水分バージを行う時間は、FC STACK 10の運転時間や運転時のFC STACKの出力等の情報によりFC STACK内の残留水分量を推測し、バージ温風の温度、流量、湿度等の条件に基づいて、FC STACK 10内の乾燥が完全に終了するのに必要な所要時間を演算して求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】上記第1実施形態の燃料電池システムの全体構成を示す概略図である。

【図2】図1の燃料電池システムの制御系の説明図である。

【図3】図1の燃料電池システムの水分除去制御時の作動を示すフローチャートである。

【図4】上記第2実施形態の燃料電池システムの全体構成を示す概略図である。

【図5】図4の燃料電池システムの水分除去制御時の作動を示すフローチャートである。

【図6】上記第3実施形態の燃料電池システムの全体構成を示す概略図である。

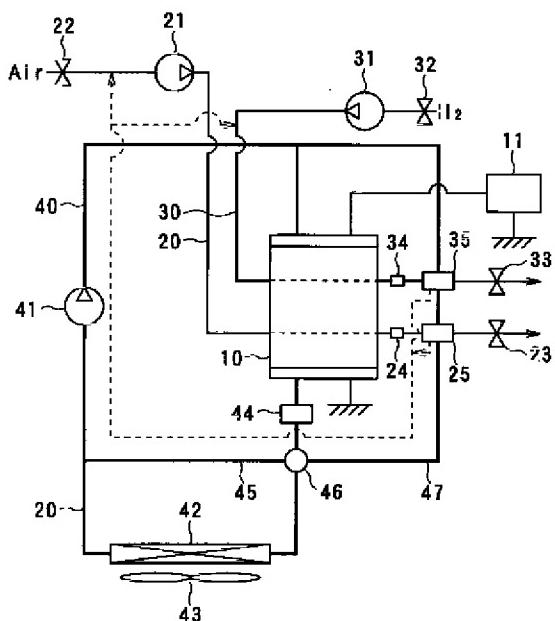
【図7】燃料電池システムの変形例を示す概略図である。

【図8】燃料電池システムの変形例における空気経路あるいは循環経路を示す斜視図である。

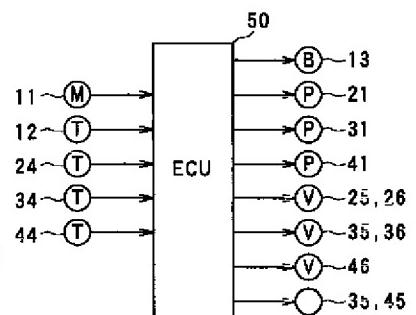
【符号の説明】

10…燃料電池（FCスタック）、11…負荷、20、60…空気経路、22、23、32、33、62、63…シャットバルブ、30…水素経路、61…ガス圧縮機、64…循環経路、

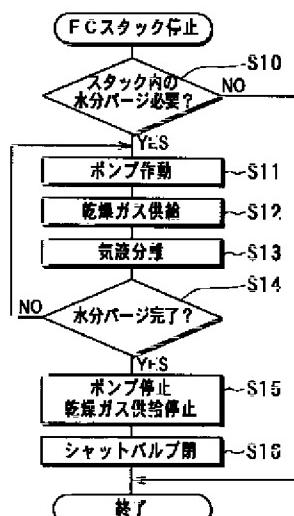
【図1】



【図2】

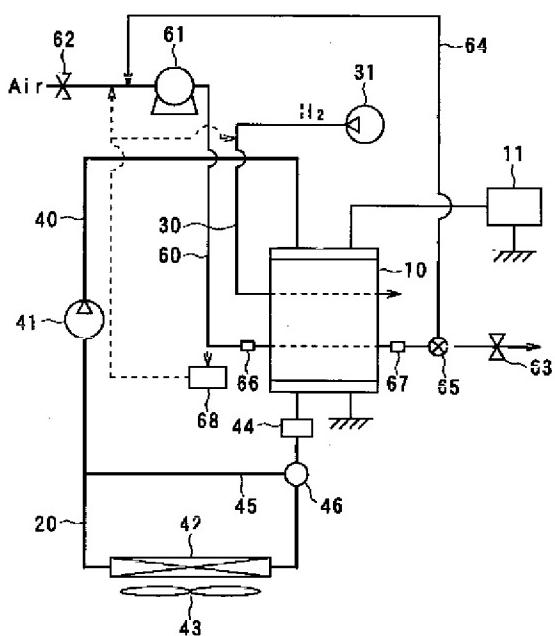


【図3】

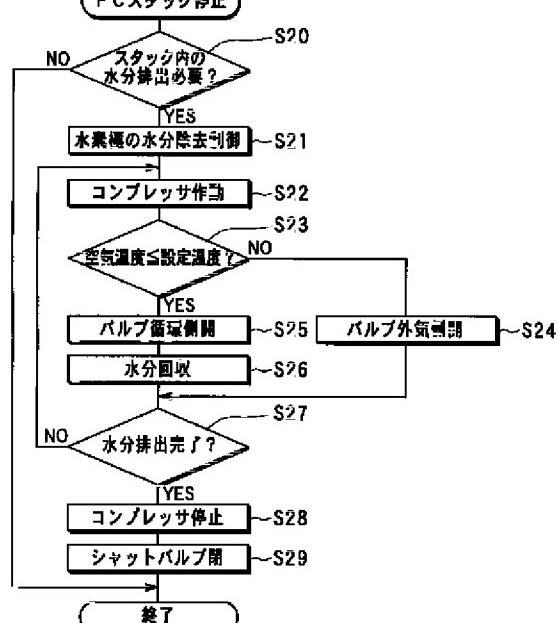


【図5】

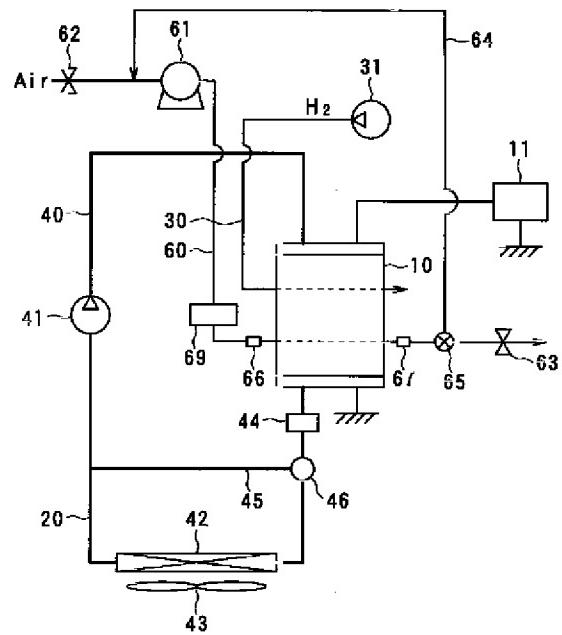
【図4】



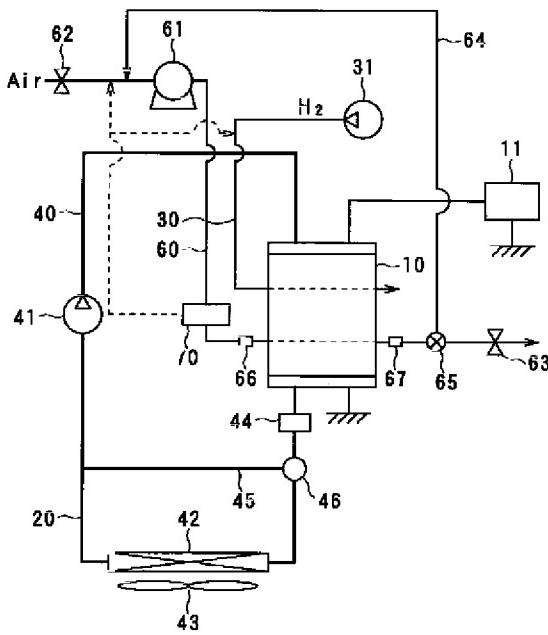
【図6】



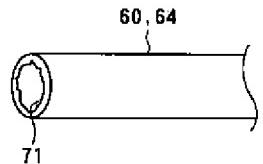
【図6】



【図7】



【図8】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-208422

(43)Date of publication of application : 26.07.2002

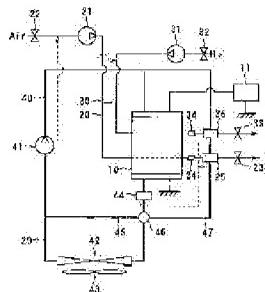
(51)Int.Cl. H01M 8/04

H01M 8/06

(21)Application number : 2001-001531 (71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 09.01.2001 (72)Inventor : SASAKI HIROKUNI
HOTTA NAOTO

(54) FUEL CELL SYSTEM



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system which can eliminate moisture inside the fuel cell after its operation is stopped in a fuel cell system used under a low temperature condition.

SOLUTION: After a normal operation of a fuel cell 10 is stopped, dry gas is supplied to at least either air paths 20, 60 or a hydrogen path 30, and the dry

gas, made to contain moisture inside the fuel cell 10 to be wet gas, is exhausted from the fuel cell 10. The air path 60 is provided with a circulating path 64 connecting the downstream side and the upstream side of the fuel cell 10, and remaining heat of the fuel cell 10 is collected by circulating the wet gas from the fuel cell 10 through the circulating path 64 to the air path 60. A gas compressor 61 is arranged upstream the fuel cell 10 in the air path 60 and also at downstream its connecting part with the circulating path 64.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 - 2.**** shows the word which can not be translated.
 - 3.In the drawings, any words are not translated.
-

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is a fuel cell system equipped with the fuel cell (10) which is made to carry out electrochemical reaction of the hydrogen supplied from a hydrogen path (30), and the oxygen supplied from an air path (20 60), and obtains power. While supplying a dry gas after the usual shutdown of said fuel cell (10) to either [at least] said air path (20 60) or said hydrogen path (30) The fuel cell system characterized by making said dry gas contain the moisture in said fuel cell (10), and making it discharge from said fuel cell (10) as humid gas.

[Claim 2] Said dry gas is a fuel cell system according to claim 1 characterized by being dry air.

[Claim 3] The fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by equipping the downstream of said fuel cell (10) in either [at least] said air path (20) or said hydrogen path (30) with the moisture separation storage means (25 35) which carries out separation storage of the moisture from said humid gas.

[Claim 4] The circulation path (64) which connects the downstream of said fuel cell (10) and the upstream of said fuel cell (10) to said air duct (60) is established. Said dry gas is supplied to said air path (60) at least after the usual shutdown of said fuel cell (10). The fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by consisting of making said air path (60) circulate through said humid gas discharged from said fuel cell (10) through said circulation path (64) so that the remaining heat of said fuel cell (10) may be collected.

[Claim 5] Said air path (60) Fuel cell system according to claim 4 which is the upstream of said fuel cell (10) which can be set, and is characterized by

arranging the gas-compression machine (61) at the downstream of a connection with said circulation path (64).

[Claim 6] The fuel cell system according to claim 4 or 5 characterized by forming the moisture separation storage means which carries out separation storage of the moisture from said humid gas in either [at least] said air path (60) or said circulation path (64).

[Claim 7] The moisture which said moisture separation storage means was established between said gas-compression machine (61) in said air path (60) and said fuel cell (10), and was stored in said moisture separation storage means is a fuel cell system according to claim 6 characterized by to be used for one [at least] humidification of said air supplied to said fuel cell (10) at the time of usual operation of said fuel cell (10), or said hydrogen.

[Claim 8] Said moisture separation storage means is a fuel cell system according to claim 6 or 7 characterized by being a moisture storage tank (68).

[Claim 9] Said moisture separation storage means is a fuel cell system according to claim 6 or 7 characterized by being water adsorbent (70) or water absorption material (71).

[Claim 10] Claim 6 characterized by being constituted by said moisture separation storage means so that a heat carrier may circulate, and said humid gas being cooled by the heat exchange between said humid gas and said heat carriers thru/or the fuel cell system of any one publication of nine.

[Claim 11] In the both ends of said air path (20 60) and said hydrogen path (30) The closing motion valve (22, 23, 32, 33, 62, 63) which intercepts said air path (20 60) and said hydrogen path (30) is prepared. Are, after the moisture clearance inside said fuel cell (10) after the usual shutdown of said fuel cell (10) is completed, and it sets during the shutdown of said fuel cell (10). Claim 1 characterized by intercepting the both ends of said air path (20 60) and said hydrogen path (30) by said closing motion valve (22, 23, 32, 33, 62, 63) thru/or the fuel cell system of any one publication of ten.

[Claim 12] Claim 1 characterized by having the heater for heating (69) which

heats said dry gas supplied to said fuel cell (10) thru/or the fuel cell system of any one publication of 11.

[Claim 13] They are claim 1 which is carried in an electric vehicle and characterized by said fuel cell (10) being what supplies power to the drive motor of said electric vehicle thru/or the fuel cell system of any one publication of 12.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 2. **** shows the word which can not be translated.
 3. In the drawings, any words are not translated.
-

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention applies [to mobiles, such as a car, a marine vessel, and a portable electric organ,] about the fuel cell system which consists of a fuel cell which carries out electrical energy generating by the chemical reaction of hydrogen and oxygen and is effective.

[0002]

[Description of the Prior Art] The fuel cell system conventionally equipped with the fuel cell which generates electricity using the electrochemical reaction of hydrogen and oxygen (air) is known. For example, in the polyelectrolyte mold fuel cell considered as driving sources for cars etc., there is a problem that the

moisture which exists near the electrode freezes in the state of low temperature 0 degree C or less, and check diffusion of reactant gas or the conductivity of an electrolyte membrane falls.

[0003] In case a fuel cell is started under such a low-temperature environment, by inhibition of progress and attainment of the reactant gas (hydrogen and air) to the blinding or the electrolyte membrane of a reactant gas path by freezing, even if it supplies fuel gas, electrochemical reaction does not advance, but there is a problem that a fuel cell cannot be started. Furthermore, lock out of the gas path by freezing of the moisture which dewed within the reactant gas path is also produced.

[0004] In using a fuel cell as an object for cars, the startability under all environments becomes important. For this reason, in the former, the system which carries out heating temperature up (warming-up) of the fuel cell, and starts a fuel cell is proposed by heating a fluid with a combustion heater etc. and supplying that heated fluid (warm water) to a fuel cell.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, it is difficult for such a starting approach to take time amount great to temperature up, since the heat capacity of a fuel cell is large, and to start a fuel cell for a short time. Moreover, since a heater etc. is needed as a source for warming-up of heating, in using a fuel cell system as an object for cars which has constraint in a loading tooth space, it becomes a problem also in respect of the physique.

[0006] Therefore, in order to prevent freezing inside a fuel cell and to raise low-temperature starting nature, to remove beforehand the moisture frozen under a low-temperature environment from the interior of a fuel cell is desired.

[0007] This invention aims at offering the fuel cell system the moisture after shutdown and inside a fuel cell can be [a system] removable in view of the above-mentioned trouble in the fuel cell system used under a low-temperature environment.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, in invention according to claim 1 It is a fuel cell system equipped with the fuel cell (10) which is made to carry out electrochemical reaction of the hydrogen supplied from a hydrogen path (30), and the oxygen supplied from an air path (20 60), and obtains power. After the usual shutdown of a fuel cell (10), while a dry gas is supplied to either [at least] an air path (20 60) or a hydrogen path (30), a dry gas contains the moisture in a fuel cell (10), and turns into humid gas, and it is characterized by being discharged from a fuel cell (10).

[0009] Thereby, desiccation clearance of the moisture after the shutdown of a fuel cell (10) and in a fuel cell (10) can be carried out, and internal freezing of a fuel cell (10) can be avoided under a low-temperature environment. Therefore, blinding is not started within a gas path (20 30) and a fuel cell (10), it can start promptly under a low-temperature environment, and the fuel cell system which was excellent in low-temperature starting nature can be offered.

[0010] In addition, in order for a dry gas to remove the moisture which remains in a fuel cell (10), it needs to be desirable that it is low humidity as much as possible, and it needs to be low humidity from the humidity in a fuel cell (10) at least. Specifically, dry air can be used as a dry gas like invention according to claim 2.

[0011] Moreover, in invention according to claim 3, it is characterized by equipping the downstream of the fuel cell (10) in either [at least] an air path (20) or a hydrogen path (30) with the moisture separation storage means (25 35) which carries out separation storage of the moisture from humid gas.

[0012] In invention according to claim 4, moreover, to an air duct (60) The circulation path (64) which connects the downstream of a fuel cell (10) and the upstream of a fuel cell (10) is established. By making an air path (60) circulate through the humid gas which the dry gas was supplied to the air path (60) at least, and was discharged from the fuel cell (10) after the usual shutdown of a fuel cell (10) through a circulation path (64) It is characterized by being constituted so that the remaining heat of a fuel cell (10) may be collected.

[0013] The fuel cell (10) is usually maintained by about 80-degree C constant temperature at the time of operation, and at the time of shutdown, since the heat capacity of the body of a fuel cell (10) is large, while after shutdown is for a while, it remains as remaining heat. Therefore, by circulating the gas discharged from the fuel cell (10) in this way, remaining heat can be collected from a fuel cell (10), and the 80-degree C warm air for a purge of a fuel cell (10) and isothermal can be obtained.

[0014] Moreover, in invention according to claim 5, it air path (60) Is the upstream of the fuel cell (10) which can be set, and is characterized by arranging the gas-compression machine (61) at the downstream of a connection with a circulation path (64).

[0015] Thereby, temperature up of the dry gas can be carried out with heating by the adiabatic compression of a gas-compression machine (61), and the warm air suitable for the moisture clearance in a fuel cell can be again supplied to a fuel cell (10). Moreover, in case the humid gas containing many recovery steams from a fuel cell (10) passes a gas-compression machine (61), moisture concentration becomes high relatively by an air volume being compressed. For this reason, the moisture separation out of humid gas becomes easy also at temperature higher than the usual dew-point temperature under atmospheric pressure.

[0016] Moreover, in invention according to claim 6, it is characterized by forming the moisture separation storage means which carries out separation storage of the moisture from humid gas in either [at least] the air path (60) or the circulation path (64).

[0017] Moreover, in invention according to claim 7, the moisture which the moisture separation storage means was established between the gas-compression machines (61) and fuel cells (10) in an air path (60), and was stored in the moisture separation storage means is characterized by being used for one [at least] humidification of the air supplied to a fuel cell (10) at the time of usual operation of a fuel cell (10), or hydrogen.

[0018] Thereby, it can use in order to change into the condition that moisture was included [the moisture separated from moist air] for the electrolyte membrane in a fuel cell (10) for electrochemical reaction. Therefore, the need of forming humidification equipment separately is lost and the miniaturization of a system can be attained.

[0019] Moreover, a moisture separation storage means can be used as a moisture storage tank (68) like at invention according to claim 8, and can be made into water adsorbent (70) or water absorption material (71) like invention according to claim 9.

[0020] Moreover, in invention according to claim 10, it is constituted by the moisture separation storage means so that a heat carrier may circulate, and it is characterized by humid gas being cooled by the heat exchange between humid gas and a heat carrier. It enables this to separate moisture from humid gas efficiently.

[0021] In invention according to claim 11, moreover, in the both ends of an air path (20 60) and a hydrogen path (30) The closing motion valve (22, 23, 32, 33, 62, 63) which intercepts an air path (20 60) and a hydrogen path (30) is prepared. Are, after the moisture clearance inside the fuel cell (10) after the usual shutdown of a fuel cell (10) is completed, and it sets during the shutdown of a fuel cell (10). It is characterized by intercepting the both ends of an air path (20 60) or a hydrogen path (30) by the closing motion valve (22, 23, 32, 33, 62, 63).

[0022] Thereby, steam mixing from an external environment inside a fuel cell (10) can be prevented during the shutdown of a fuel cell (10) after the moisture clearance termination inside a fuel cell (10).

[0023] Moreover, in invention according to claim 12, it is characterized by having the heater for heating (69) which heats the dry gas supplied to a fuel cell (10). Thereby, warm air can be supplied to a fuel cell (10), and the moisture clearance in a fuel cell (10) can be promoted.

[0024] Moreover, in invention according to claim 13, it is carried in an electric vehicle and characterized by a fuel cell (10) being what supplies power to the

drive motor of an electric vehicle. Even when this uses the electric vehicle which makes a fuel cell (10) the source for actuation of power under a low-temperature environment, freezing inside a fuel cell (10) can be prevented and a fuel cell (10) can be started promptly.

[0025] In addition, the sign in the parenthesis of each above-mentioned means shows response relation with the concrete means of a publication to the operation gestalt mentioned later.

[0026]

[Embodiment of the Invention] (The 1st operation gestalt) The 1st operation gestalt of this invention is hereafter explained based on drawing 1 - drawing 3 . A **** 1 operation gestalt applies a fuel cell system to the electric vehicle (fuel cell car) which runs a fuel cell as a power source. Drawing 1 shows the whole fuel cell system configuration of the 1st operation gestalt.

[0027] As shown in drawing 1 , the fuel cell system of this operation gestalt is equipped with the fuel cell (FC stack) 10 which generates power using the electrochemical reaction of hydrogen and oxygen. This FC stack 10 supplies power to electrical machinery and apparatus, such as the electric motor 11 for car transit (load), and a rechargeable battery (not shown in drawing 1). The solid-state polyelectrolyte mold fuel cell is used as a FC stack 10, two or more laminatings of the cel used as a base unit are carried out, and it consists of these operation gestalten. Each cel has the composition that the electrolyte membrane was inserted with the electrode of a couple. In the FC stack 10, the electrochemical reaction of the following hydrogen and oxygen occurs and electrical energy occurs.

(Negative-electrode side) The air path 20 for supplying air (oxygen) to the oxygen pole (positive electrode) side of the FC stack 10 and the hydrogen path 30 for supplying hydrogen to the hydrogen pole (negative electrode) side of the FC stack 10 are formed in the $H_2 \rightarrow 2H^{++} + 2e^-$ (positive-electrode side) $2H^{++} + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$ fuel cell system. The air pump 21 for air supply is formed in the air path 20, and air is introduced at the time of usual operation of

the FC stack 10. The hydrogen pump 31 for hydrogen supply is formed in the hydrogen path 30, and hydrogen is usually supplied from the hydrogen feeder which is not illustrated at the time of operation. It is necessary to change into the condition that moisture was included for the electrolyte membrane in the FC stack 10 for the electrochemical reaction at the time of a generation of electrical energy. For this reason, the air and hydrogen which were humidified are usually supplied to the FC stack 10 at the time of operation. By this, the FC stack 10 interior will operate by the damp or wet condition. Moreover, in an oxygen pole side, moisture generates according to the above-mentioned electrochemical reaction.

[0028] Moreover, at the time of the moisture clearance control after shutdown, a dry gas is usually supplied to the air path 20 and the hydrogen path 30. In order for this dry gas to remove the moisture which remains in the FC stack 10, it needs to be desirable that it is low humidity as much as possible, and it needs to be low humidity from the humidity in the FC stack 10 at least.

[0029] The dry gas supplied to the air path 20 and the hydrogen path 30 should just be except the combination of air and hydrogen. That is, if air and hydrogen are supplied to the FC stack 10, while generating electricity, in order that moisture may generate, it is not desirable from a viewpoint of moisture clearance. With a **** 1 operation gestalt, the air which is not humidified by the both sides of the air path 20 and the hydrogen path 30 as a dry gas is supplied.

[0030] In addition, you may constitute so that desiccation hydrogen may be supplied to the both sides of the air path 20 and the hydrogen path 30 as a dry gas. Moreover, inert gas like nitrogen may be supplied to either or the both sides of the air path 20 and the hydrogen path 30.

[0031] The shut bulbs (closing motion valve) 22 and 23 for intercepting the air path 20 interior from the open air are formed in the both ends of the air path 20. The same shut bulbs 32 and 33 are formed also in the both ends of the hydrogen path 30.

[0032] The humidity and the temperature sensors 24 and 34 which detect the

humidity and temperature of gas which passed the FC stack 10 are formed in the downstream of the FC stack 10 in the air path 20 and the hydrogen path 30, respectively. The vapor-liquid-separation machines 25 and 35 are formed in the downstream of the humidity and the temperature sensors 24 and 34 in the air path 20 and the hydrogen path 30, respectively. It consists of these vapor-liquid-separation machines 25 and 35 so that heat exchange may be performed between the humid gas containing the moisture after the FC stack 10 passage in the air path 20 or the hydrogen path 30, and the cooling water of the cooling water path 40 mentioned later. It consists of vapor-liquid-separation machines 25 and 35 so that the moisture in the gas condensed by cooling may be stored. The moisture by which separation storage was carried out is used for humidification of the air and hydrogen which are supplied to the FC stack 10 at the time of usual operation of the FC stack 10 with the vapor-liquid-separation vessels 25 and 35.

[0033] The FC stack 10 produces generation of heat with a generation of electrical energy. For this reason, cooling systems 40-47 are formed in the fuel cell system so that the FC stack 10 may be cooled and operating temperature may serve as optimal temperature (about 80 degrees C) at electrochemical reaction.

[0034] The cooling water path 40 which makes the FC stack 10 circulate through cooling water (heat carrier), Water pump 41 made to circulate through cooling water, and the radiator 42 equipped with the fan 43 are formed in the cooling system. The heat generated in the FC stack 10 is discharged out of a system with a radiator 42 through cooling water.

[0035] The temperature sensor 44 for detecting the calorific value (temperature) of the FC stack 10 is formed in the downstream of the FC stack 10 in the cooling water path 40.

[0036] Moreover, the bypass path 45 for making a radiator 42 bypass cooling water and the gas-cooling-method path 46 for making the above-mentioned vapor-liquid-separation machines 25 and 35 circulate through cooling water have branched for the cooling water path 40, and the passage of cooling water is

changed to it by the passage change bulb 47.

[0037] Flow rate allocation with the air-flow rate control according to control of flow, a radiator 42, and a fan 43 by Water pump 41 in such a cooling system, the cooling water path by the passage change bulb 47, and a bypass path can perform cooling temperature control.

[0038] Drawing 2 shows the control system of the fuel cell system of this operation gestalt. As shown in drawing 2 , the control section (ECU) 50 which performs various control is formed in the fuel cell system. The demand power signal from a load 11, the outside-air-temperature signal from the outside-air-temperature sensor 12, the humidity and the temperature signal from humidity and temperature sensors 24 and 34, and the temperature signal from a temperature sensor 44 are inputted into a control section 50. Moreover, the control section 50 is constituted so that a control signal may be outputted to a rechargeable battery 13, an air pump 21, a hydrogen pump 31, Water pump 41, the shut bulbs 25, 26, 35, and 36, and passage change bulb 46 grade.

[0039] Hereafter, actuation of the fuel cell system of the above-mentioned configuration is explained based on drawing 3 . Drawing 3 is a flow chart which shows the actuation at the time of the moisture clearance control after the usual shutdown of a fuel cell system.

[0040] The actuation in usual operation of a fuel cell system is explained. According to the power demand from a load 11, supply of the air (oxygen) to the FC stack 10 and hydrogen is performed. In the FC stack 10, a generation of electrical energy takes place according to electrochemical reaction, and the generated power is supplied to a load 11.

[0041] Moreover, in the FC stack 10, generation of heat accompanying a generation of electrical energy takes place. In the FC stack 10, since it is necessary to maintain FC stack 10 body to constant temperature (about 80 degrees C) in order to obtain a stable output at the time of actuation, cooling of the FC stack 10 is performed by the cooling water which flows the cooling water path 40.

[0042] In the fuel cell system, in order to maintain the electrolyte membrane of the FC stack 10 at a damp or wet condition on the occasion of progress of electrochemical reaction, after humidifying the hydrogen which flows the air which flows the air path 20, and the hydrogen path 30, the FC stack 10 is supplied. Humidification uses the water stored in the vapor-liquid-separation machines 24 and 34. The gas after a reaction turns into humid gas which absorbed the generation water by the electrochemical reaction in the FC stack 10, and is emitted outside.

[0043] Thus, since the FC stack 10 interior is operating by the damp or wet condition at the time of operation, in the FC stack 10 interior, moisture will usually remain after the shutdown of the FC stack 10.

[0044] Next, moisture clearance control of the FC stack 10 after shutdown is usually explained. First, the moisture purge in the FC stack 10 (moisture clearance) usually judges after shutdown whether it is the need (step S10). The judgment of whether to perform a moisture purge is performed in consideration of environmental temperature (outside air temperature), seasonal information, etc. at the time of shutdown. That is, based on the said conditions with which environmental temperature is 0 degree C or less, or are winter etc., and lowering of atmospheric temperature is predicted to be, the judgment about the need for a moisture purge is performed. Since there is no fear of freezing with a natural thing on conditions, such as summer, a moisture purge is not needed.

[0045] Moreover, you may constitute so that the anticipation time amount of FC stack 10 stop time by the operator may be inputted at the time of the shutdown of the FC stack 10. This is because the FC stack 10 does not become [the preheating of the FC stack 10] below a freezing point enough in an instant for a certain reason but an elevated temperature is maintained for the time being, even if environmental temperature is below a freezing point at the time of a halt of the FC stack 10. Therefore, if it is in the stop time of about (one whole day and night) 10 hours, it is not necessary to perform the residual water purge at the time of shutdown.

[0046] When judged with it being necessary to perform a moisture purge, an air pump 21 and a hydrogen pump 31 are operated (step S11). Since the FC stack 10 has stopped at this time, pumps 21 and 31 are operated by the electric power supply from a rechargeable battery 13. Thereby, the dry air which is not humidified from the air path 20 is supplied to the oxygen pole side of the FC stack 10, and the dry air which is not humidified from the hydrogen path 30 is supplied to the hydrogen pole side of the FC stack 10 (step S12).

[0047] The dry air supplied to the FC stack 10 from the air path 20 and the hydrogen path 30 turns into moist air including the residual moisture in the FC stack 10, and flows out from the FC stack 10. Thus, the moisture which remains in the FC stack 10 can be discharged out of the FC stack 10 by continuing passing dry air in the FC stack 10. It is cooled with the vapor-liquid-separation vessels 25 and 35, the moist air which flowed out from the FC stack 10 is divided into air and water, and water is stored in the vapor-liquid-separation machine 25 and 35 (step S13).

[0048] Next, the humidity of the air which flows out from the FC stack 10 with humidity and temperature sensors 24 and 34 is detected, and it judges whether the residual moisture in the FC stack 10 was removable (step S14).

Consequently, when residual moisture exists in the FC stack 10, moisture clearance control of the above-mentioned steps S11-S13 is repeated, and is performed.

[0049] On the other hand, when residual moisture does not exist in the FC stack 10, pumps 21 and 31 are suspended and the desiccation air supply to the FC stack 10 is stopped (step S15). Then, the shut bulbs 22, 23, 32, and 33 prepared in each both ends in the air path 20 and the hydrogen path 30 are closed (step S16). Thereby, the interior of the air path 20 and the hydrogen path 30 is intercepted from the open air. Therefore, even if it leaves a car under a low-temperature environment for a long time, steam mixing from an external environment can be prevented, and the inside of the FC stack 10 can maintain dryness. In addition, if the inside of the FC stack 10 can be maintained at positive

pressure a little in the case of cutoff by the shut bulbs 22, 23, 32, and 33, airtightness in the FC stack 10 can be made higher.

[0050] As mentioned above, according to the **** 1 operation gestalt, since desiccation clearance of the moisture after the shutdown of the FC stack 10 and in the FC stack 10 can be carried out, internal freezing is avoidable under a low-temperature environment. Therefore, since blinding within the gas paths 20 and 30 and the FC stack 10 is not started, the fuel cell system which was excellent in low-temperature starting nature can be offered.

[0051] (The 2nd operation gestalt) Next, the 2nd operation gestalt of this invention is explained based on drawing 4 and drawing 5 . The points constituted so that the fuel cell system of a **** 2 operation gestalt can make FC stack circulate through air in the moisture clearance control after shutdown as compared with the above-mentioned 1st operation gestalt differ. Moreover, in moisture clearance control of a **** 2 operation gestalt, moisture clearance by the side of the hydrogen pole of FC stack is omitted. In addition, the sign same about the same part as the above-mentioned 1st operation gestalt is attached, and explanation is omitted.

[0052] As shown in drawing 4 , the gas-compression machine (compressor) 61 which is a compression equation blower is formed in the air path 60 which the air supplied to the FC stack 10 passes. Moreover, the circulation path 64 which connects the downstream and the upstream of the FC stack 10 is formed in the air path 60. The compressor 61 is arranged at the downstream of the connection of the air path 60 and the circulation path 64 in the upstream of the FC stack 10. The passage change bulb 65 is formed in the joint of the air path 60 and the circulation path 64 in the downstream of the FC stack 10.

[0053] The humidity and the temperature sensors 66 and 67 which detect the humidity and temperature of gas which pass the air path 60 to the upstream and the downstream of the FC stack 10 are formed in the air path 60. Although it is desirable that it is an elevated temperature as much as possible in order that it is necessary to make the dry gas for a moisture purge (purge warm air) higher at

worst than the temperature of FC stack 10 body and it may evaporate moisture further, the predetermined upper limit temperature Tmax of a dry gas (for example, about 150 degrees C) is set up from the relation of the heat-resistant temperature (about 100 degrees C) of the FC stack 10.

[0054] Moreover, between the compressor 61 in the air path 60, and the FC stack 10, air and the water recovery tank 68 which collects the separated water are formed in the air path 60. The water collected by the water recovery tank 68 is used for humidification of the air and hydrogen which are supplied to the FC stack 10 at the time of usual operation of the FC stack 10.

[0055] Moreover, as an object for the anti-freeze under low temperature, on the water recovery tank 68, you may constitute so that an incubation function (thermal protection structure) may be given, or heating means, such as an electric-type heater, can be formed in it, and on it, it can also constitute so that freezing by low temperature may be prevented. Moreover, the antifreezing agent of alcoholic systems, such as a methanol, may be mixed to recycled water, and the antifreezing solution may be generated.

[0056] Hereafter, the moisture clearance control after the usual shutdown in the fuel cell system of a **** 2 operation gestalt is explained based on the flow chart of drawing 5 .

[0057] First, the moisture purge after the usual shutdown of the FC stack 10 and in the FC stack 10 (moisture clearance) judges whether it is the need (step S20). Consequently, when judged with a moisture purge being required, in advance of the moisture clearance control by the side of the oxygen pole of the FC stack 10 in a **** 2 operation gestalt, moisture clearance by the side of the hydrogen pole of the FC stack 10 is performed (step S21). For example, moisture clearance by the side of a hydrogen pole can be performed by supplying the dry air which supplies the desiccation hydrogen which is not dehumidified to the hydrogen pole, and is not dehumidified to the oxygen pole, and performing temporary FC stack operation. That is, in order that the moisture which remains to a hydrogen pole side may carry out company migration of the inside of an electrolyte membrane

with a hydrogen ion in connection with electrochemical reaction at an oxygen pole side, the moisture which remained to the hydrogen pole side is lost, and a hydrogen pole side goes to desiccation.

[0058] Next, moisture clearance control by the side of the oxygen pole of a **** 2 operation gestalt is performed. First, a compressor 61 is operated (step S22). Since the FC stack 10 has stopped at this time, a compressor 61 is operated by the electric power supply from a rechargeable battery 13. Thereby, the dry air which is not humidified from the air path 60 is supplied to the oxygen pole side of the FC stack 10. This dry air turns into moist air including the residual moisture in an oxygen pole, and flows out from the FC stack 10. Thereby, the moisture which remains in the FC stack 10 can be discharged out of the FC stack 10.

[0059] Next, the air temperature T which flows into the FC stack 10 with the humidity and the temperature sensor 66 of the downstream of the FC stack 10 is detected, and it judges whether air temperature T is lower than the predetermined upper limit temperature Tmax (step S23). Consequently, when air temperature T is over the predetermined upper limit temperature Tmax, it changes to a passage change bulb 65 blowdown-side, and the air used as an elevated temperature is discharged outside (step S24).

[0060] On the other hand, when air temperature T is not over the predetermined upper limit temperature Tmax, the passage change bulb 65 is changed to the circulation path 64 side (step S25). Thereby, the air which passed the FC stack 10 is re-supplied to return and a compressor 61 through the circulation path 64 at the FC stack 10 upstream of the air path 60.

[0061] Here, the FC stack 10 is usually maintained by about 80-degree C constant temperature at the time of operation, and at the time of shutdown, since the heat capacity of FC stack 10 body is large, while after shutdown is for a while, it remains as remaining heat. Therefore, by circulating the gas for a purge which passed the FC stack 10, remaining heat can be collected from the FC stack 10, and the 80-degree C warm air for a purge of the FC stack 10 and isothermal is obtained.

[0062] Furthermore, by returning again the warm air for a purge discharged from the FC stack 10 to a compressor 61, a temperature rise can be further carried out with heating by the adiabatic compression of a compressor 61, and the warm air suitable for a moisture purge can be again supplied to the FC stack 10.

[0063] In addition, in order to control the temperature of the air fed from a compressor 61, it is necessary to operate a compressor 61 in the condition that it is not necessarily a best efficiency point as operation of a fuel cell system. For this reason, a compressor 61 can be intentionally operated by the working point shifted more to the high-tension side, and a high feeding air temperature can be obtained by this.

[0064] Moreover, in case the moist air containing many recovery steams from the FC stack 10 passes a compressor 61, moisture concentration becomes high relatively by an air volume being compressed. For this reason, the moisture separation out of air becomes easy also at temperature higher than the usual dew-point temperature under atmospheric pressure. Therefore, the moist air discharged from the FC stack 10 can be made into desiccation elevated-temperature air by passing a compressor 61. The moisture separated from air in the gas compression by the compressor 61 is recovered by the water recovery tank 68 (step S26).

[0065] Next, the humidity of the air which flows out from the FC stack 10 with humidity and a temperature sensor 67 is detected, and it judges whether the residual moisture in the FC stack 10 was removable (step S27). Consequently, when residual moisture exists in the FC stack 10, moisture clearance control of the above-mentioned steps S22-S26 is repeated, and is performed.

[0066] On the other hand, when residual moisture does not exist in the FC stack 10, a compressor 61 is suspended and the desiccation air supply to the FC stack 10 is stopped (step S28). Then, the shut bulbs 62 and 63 prepared in each both ends in the air path 20 and the hydrogen path 30 are closed (step S29). Thereby, the interior of the air path 60 can be intercepted from the open air, steam mixing from the open air can be prevented, and the inside of the FC stack 10 can

maintain dryness.

[0067] As mentioned above, like a **** 2 operation gestalt, after the shutdown of the FC stack 10, it can dry thoroughly and the residual moisture by the side of the oxygen pole in the FC stack 10 can be removed by repeating warm air circulation. The fuel cell system which did not produce freezing within the FC stack 10 at the time of low temperature, and was excellent in low-temperature mobility by this can be offered.

[0068] Moreover, by circulating the air discharged from the FC stack 10 by the circulation path 64 prepared in the air path 60, the remaining heat of the FC stack 10 can be collected and it can use for heating of the warm air for a purge.

[0069] Moreover, since considering the case where the exhaust gas of a combustion heater is used for the warm air for a purge exhaust gas temperature is too as high as hundreds of degrees C, the FC stack 10 cannot be supplied at temperature as it is. Therefore, cooling of exhaust gas is needed and utilization of energy is not efficient. Furthermore, also in the amount of exhaust gas, since securing a big flow rate since it is influenced by the conditions (the amount of combustion) of combustion leads to buildup of the amount of combustion, loading is difficult on the physique of a combustor.

[0070] On the other hand, in the fuel cell system of a **** 2 operation gestalt, moisture separation from the moist air discharged from heating and the FC stack 10 of the warm air for a purge by adiabatic compression can be performed only by forming the gas-compression machine 61 which feeds air for the air path 60. Therefore, the warm air for a purge of the suitable elevated temperature which does not destroy the FC stack 10, low humidity, and a large flow rate can be obtained.

[0071] Moreover, at the time of low-temperature starting, by generation of heat accompanying a generation of electrical energy of the FC stack 10, the temperature of the FC stack 10 rises in self-heating, and reaches to 80 degrees C of the optimum temperature of actuation. In the condition that the temperature of the FC stack 10 in this process is low, since the generation efficiency of the FC

stack 1 is bad, most changes to a generation-of-electrical-energy loss, i.e., waste heat. For this reason, it is suitable for the self-heating of the FC stack 10. Under the present circumstances, re-freezing of the generation water by the electrochemical reaction in the FC stack 10 interior resulting from FC stack 10 temperature being 0 degree C or less is avoidable with this waste heat.

[0072] (Other operation gestalten) In addition, it constitutes so that a dry gas may be supplied to the both sides of the air path 20 and the hydrogen path 30 and a moisture purge of the both sides by the side of the oxygen pole of the FC stack 10 and a hydrogen pole may be performed, but moisture clearance control of the above-mentioned 1st operation gestalt may be carried out to either the air path 20 or the hydrogen path 30, and another side may consist of above-mentioned 1st operation gestalten so that other means may perform moisture clearance.

[0073] Moreover, with the above-mentioned 2nd operation gestalt, although purge warm air was heated by the adiabatic compression of the gas-compression machine 61, as shown in drawing 6 , the electric-type heating heater (heating means) 69 may be formed in the upstream of the FC stack 10 in the air path 60 as an object for auxiliary heating of purge warm air.

[0074] Also when purge warm air temperature sufficient by just the adiabatic compression of the gas-compression machine 61 is not acquired by such configuration, temperature up of the purge warm air can be carried out effectively. Furthermore, FC stack 10 body can be heated by heating distributed gas at the heating heater 69 at the time of low-temperature starting of the FC stack 10.

[0075] Moreover, also in the fuel cell structure of a system in the above-mentioned 1st operation gestalt, heating means, such as a heating heater, may be formed in the upstream of the FC stack 10 in the air path 20 or the hydrogen path 30, and you may constitute so that the dry gas supplied to the FC stack 10 may be heated. By such configuration, evaporation of the moisture which remains in the FC stack 10 can be promoted.

[0076] Moreover, in the fuel cell structure of a system in the above-mentioned 1st operation gestalt, you may constitute so that the dry gas cooled by the FC stack

10 may be supplied. By supplying the cooled dry gas to the FC stack 10, the moisture in the FC stack 10 dews, it becomes waterdrop, and waterdrop is extruded by the outlet side of the FC stack 10 according to a gas stream.

Consequently, the moisture in the FC stack 10 serves as waterdrop, and is discharged out of the FC stack 10. Under the present circumstances, a valve is prepared in FC stack 10 outlet side in the air path 20 or the hydrogen path 30, and you may make it adjust back pressure. The waterdrop in the FC stack 10 becomes easy to jump out by opening a valve by such configuration.

[0077] Moreover, although the moisture of the moist air discharged from the FC stack 10 by the water recovery tank 68 was collected with the above-mentioned 2nd operation gestalt, you may constitute so that moisture storage material, such as not only this but water adsorbent and a water absorption agent, may be arranged for the air path 60 and moisture may be collected.

[0078] As shown in drawing 7 , specifically, you may constitute so that the water adsorbent 70, such as silica gel, may be formed in the air path 60. Moisture is recoverable from the moist air discharged from the FC stack 10 with this. Thus, when water adsorbent 70 is used, while dry air is obtained by water adsorption, temperature up of the purge warm air can be carried out by generation of heat accompanying adsorption.

[0079] Although the moisture storage material 70 may be formed in which part of the air path 60 or the circulation path 64, as shown in drawing 7 If it is between the gas-compression machines 61 and the FC stacks 10 in the air path 60 The moisture with which it was easy to collect the moisture from the air compressed by the gas-compression machine 61, and water adsorbent 70 was adsorbed can be used for humidification of the air and hydrogen which are supplied by the FC stack 10 at the time of usual operation of the FC stack 10.

[0080] Furthermore, as shown in drawing 8 , water absorption material 71 like a wick may be formed in the piping wall of the part of either the air path 60 or the circulation path 64. Moisture is recoverable from the moist air discharged from the FC stack 10 with this. Although the water absorption material 71 may also be

formed in which part of the air path 60 or the circulation path 64, if it is between the gas-compression machines 61 and the FC stacks 10 in the air path 60. The moisture with which it was easy to collect the moisture from the air compressed by the gas-compression machine 61, and water adsorbent 70 was adsorbed can be used for humidification of the air and hydrogen which are supplied by the FC stack 10 at the time of usual operation of the FC stack 10.

[0081] Moreover, in the above-mentioned 2nd operation gestalt, the cooling effectiveness in the circulation path 64 can be raised by considering the circulation path 64 as metal piping. The temperature of the humid warm air discharged from the FC stack 10 can be reduced by this, the moisture contained in warm air can be made to be able to liquefy, and it can dissociate. Moreover, the fin for air cooling may be formed in the front face of metal piping.

[0082] Moreover, also in the above-mentioned 2nd operation gestalt, the vapor-liquid-separation machine which equips the air path 60 with heat exchange structure like the above-mentioned 1st operation gestalt may be formed, and you may constitute so that heat exchange can be carried out between the humid gas containing the moisture after FC stack 10 passage, and the cooling water of the cooling water path 40. Thereby, humid gas can be cooled effectively and it becomes easy to separate the moisture in humid gas.

[0083] Moreover, with each above-mentioned operation gestalt, although detecting the humidity of the gas discharged from the FC stack 10 performed closing of a moisture purge, it sets up beforehand the time amount which performs not only this but a moisture purge, and may judge termination of a moisture purge by the timer. The time amount which performs a moisture purge guesses the residual moisture content in FC stack using information, such as operation time of the FC stack 10, and an output of FC stack at the time of operation, based on conditions, such as temperature of purge warm air, a flow rate, and humidity, can calculate a duration required to complete the desiccation in the FC stack 10 thoroughly, and can calculate it.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic diagram showing the whole fuel cell system configuration of the above-mentioned 1st operation gestalt.

[Drawing 2] It is the explanatory view of the control system of the fuel cell system of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the flow chart which shows the actuation at the time of moisture clearance control of the fuel cell system of drawing 1 .

[Drawing 4] It is the schematic diagram showing the whole fuel cell system configuration of the above-mentioned 2nd operation gestalt.

[Drawing 5] It is the flow chart which shows the actuation at the time of moisture clearance control of the fuel cell system of drawing 4 .

[Drawing 6] It is the schematic diagram showing the whole fuel cell system configuration of the above-mentioned 3rd operation gestalt.

[Drawing 7] It is the schematic diagram showing the modification of a fuel cell system.

[Drawing 8] It is the perspective view showing the air path or circulation path in a modification of a fuel cell system.

[Description of Notations]

10 [-- A shut bulb, 30 / -- A hydrogen path, 61 / -- A gas-compression machine, 64 / -- Circulation path,] -- A fuel cell (FC stack), 11 -- 20 A load, 60 -- An air path, 22, 23, 32, 33, 62, 63

[Translation done.]

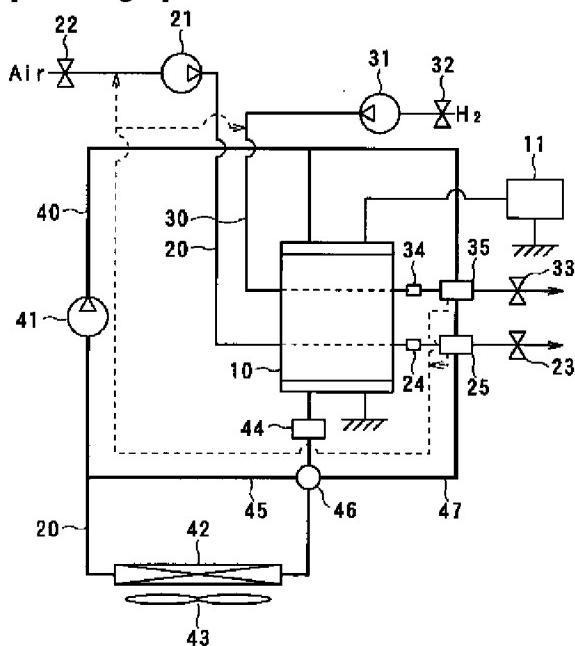
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

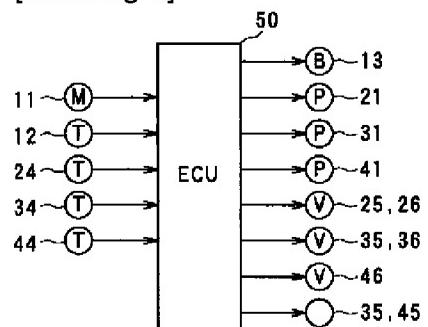
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 2. **** shows the word which can not be translated.
 3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

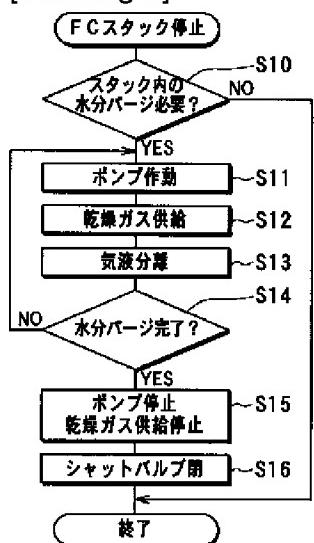
[Drawing 1]



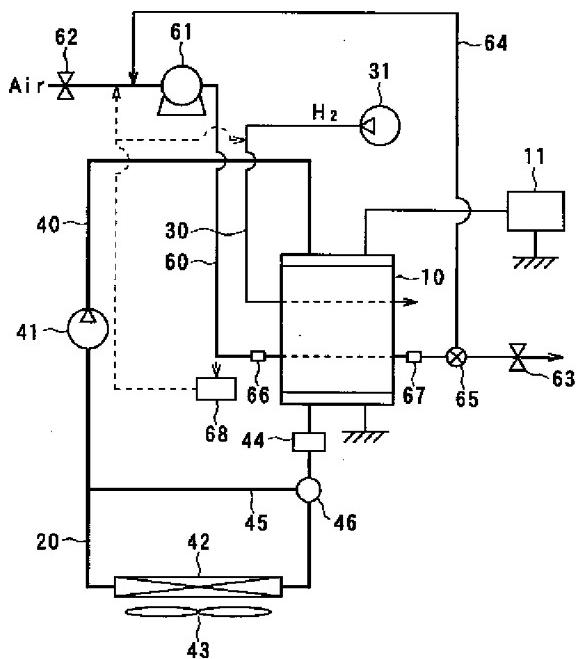
[Drawing 2]



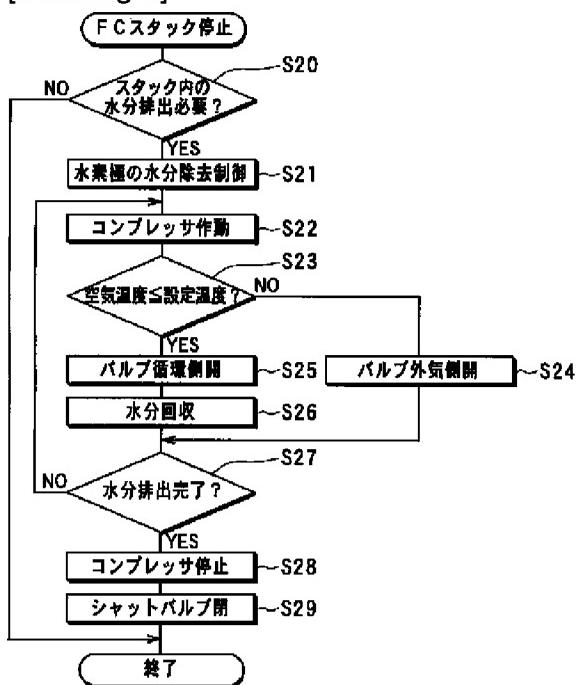
[Drawing 3]



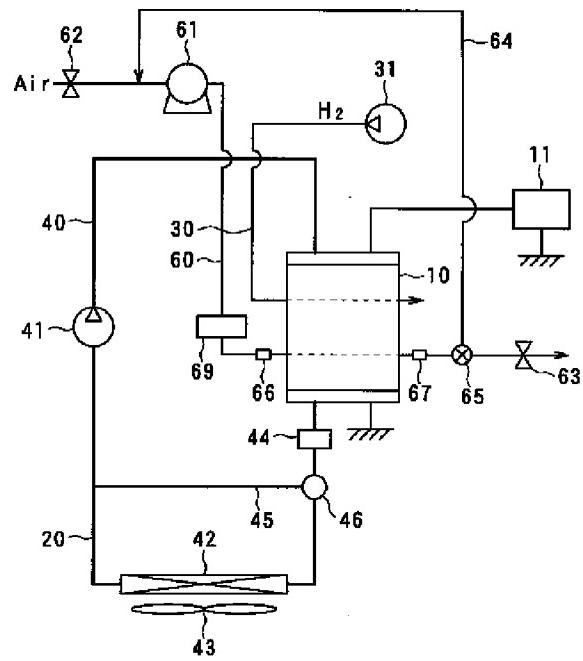
[Drawing 4]



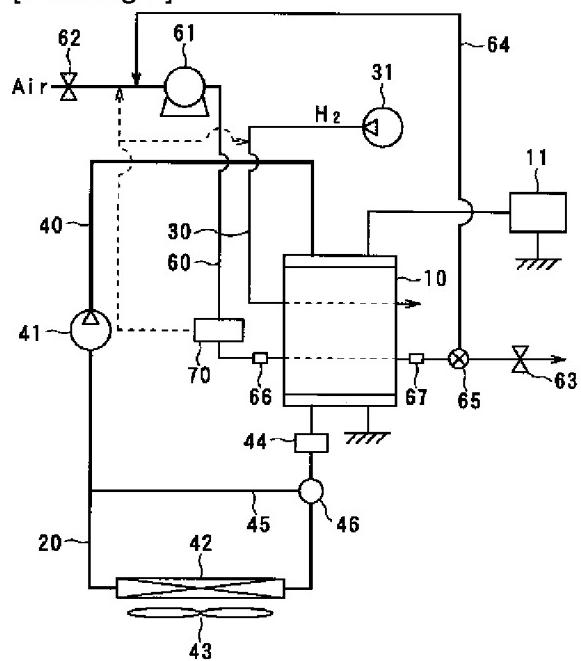
[Drawing 5]



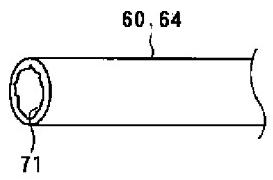
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]